9.3. COSTOS UNITARIOS

Para los tramos en túnel y trinchera se realizó un análisis unitario por ml. de vía (ver tablas 9.7 y 9.8). Los tramos en viaducto no tienen análisis unitario por ml de vía debido a que no son uniformes, varía la longitud de los pilotes dependiendo de la zona norte o sur, la longitud de las columnas y las dimensiones de los dados. En la tabla 9.3 se encuentran las cantidades de cada ítem que conforman los tramos en viaducto y en la tabla 9.31 los precios unitarios.

La reubicación de las redes se cuantificó para 11.79 kms, proporcional a las longitudes de cada sistema, en los tramos en trinchera se reubicaron todas las redes, pozos, sumideros, cámaras, postes, etc. que estén ubicados por encima del área de construcción de la trinchera. En los tramos en viaducto se hizo reubicación de redes de acuerdo a la ubicación de las pilas, afectando en menores proporciones la ubicación de las redes existentes. Las redes en los tramos en túnel no se ven afectadas por la profundidad a la cual pasan estas.

Los precios unitarios de las actividades como pilotes, dados, excavación, rellenos y reubicación de redes, se cotizaron con empresas que realizan estos trabajos en Colombia. Se aclara que los precios obtenidos son a Noviembre de 1999 y ajustados a Febrero del 2000. Las actividades como pilas, cabezales, vigas pre-esforzadas y otros de los cuales no se cuenta con un diseño definitivo se tomo el precio unitario del estudio realizado por Ingetec – Bechtel – Systra, realizando un ajuste del 9% por cada año.

Para determinar el costo promedio de un kilómetro de reubicación de redes de acueducto y alcantarillado se calcularon las longitudes para cada diámetro de tubería y según los precios obtenidos por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado se calculó un precio promedio por kilómetro, el cual incluye los pozos de inspección del alcantarillado y aguas lluvias, ver tabla 9–9 y tabla 9-10.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. MOVILIDAD Instituto de Desarrollo Urbano

Los costos de las redes eléctricas se dividieron en dos: por un lado se determinó el costo de la reubicación de las redes para cada estación (ver tablas No. 9-11 a 9-26) y en la tabla No. 9-30 se resume el costo de todas las estaciones. Las estaciones Avenida Chile, Quinta Camacho, Chapinero, La Sabana, Centro, San Martín, San Victorino y Javeriana no tienen afectaciones de redes de energía. Para los tramos entre estaciones, al igual que las otras redes se determinaron los costos para la reubicación de 11.6 kms y de esta manera sacar el valor promedio por kilómetro.

El tipo de las tuberías de acueducto para diámetros entre 6" y 12" es unión z RDE y para diámetros entre 16" y 42" es de acero con refuerzo de varilla, revestimiento interior y exterior de mortero cemento y uniones de acero espigo – campana y empaque de caucho (Tipo CCP).

En la tabla 9-27 se presenta un análisis de costos totales, incluyendo todas las actividades antes mencionadas y un porcentaje de ajuste por imprevistos.

Tabla 9-7 Análisis unitario de doble vía en trinchera cubierta
Pantallas construidas en Lodos Bentoniticos. (ml)

Descripción	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Valor
Manejo de Tráfico	ml	1	$400	$400
Tableros	m^2	10	$355	$3.550
Entibados: arriostramiento	m^2	10	$150	$1.500
Bombeos	ml	1	$200	$200
Instrumentación	ml	1	$275	$150
Losa inferior	ml	9	$275	$1.800
Pantallas	m^3	35	$282	$9.625
Losa superior	ml	9	$650	$2.475
Andenes en concreto	m^2	1,5	$550	$975
Rejillas de andenes	ml	2	$175	$1.100
Pasamanos	ml	2	$175	$350
Drenajes	ml	2	$200	$350
Protección Contra Incendios	ml	2	$400	$400
Iluminación	ml	2	$250	$800
TOTAL				$23.675

Tabla 9-8 Análisis unitario para tramos en túnel

(ml)

Descripción	unidad	cantidad	Valor unitario	Valor
Excavación	ml	1	$6.500	$6.500
Revestimientos en Cemento prefabricado	ml	1	$7.200	$7.200
Bombeos	ml	1	$260	$260
Instrumentación	ml	1	$330	$330
Solera	m^3	1,37	$330	$452
Andenes en concreto	m^3	0,7	$660	$462
Tapa de andenes	ml	1	$210	$210
Pasamanos	ml	1	$210	$210
Drenajes	ml	1	$240	$240
Protección Contra Incendios	ml	1	$480	$480
Iluminación	ml	1	$300	$300
Pasajes de conexión	un	0,001	$480.000	$480
TOTAL				**$17.124**
TOTAL 2 TUNELES				**$34.248**

Tabla 9-9 Calculo del valor ponderado para 1 km de reubicación de redes de alcantarillado

θ (")	LONGITUD	VALOR INSTALACIÓN		VALOR TOTAL	VALOR PONDERADO
"	mt	Dólar	Dólar	Dólar	Dólar
8"	148	$1,54	$5,49	$7	$1.037
9"	309	$1,73	$6,36	$8	$2.497
10"	105	$1,92	$7,23	$9	$957
12"	1.055	$2,31	$8,97	$11	$11.901
14"	331	$2,82	$10,77	$14	$4.495
15"	68	$2,95	$12,05	$15	$1.025
16"	412	$3,08	$13,33	$16	$6.755
17"	18	$3,21	$15,90	$19	$334
18"	808	$3,59	$18,46	$22	$17.819
20"	1.263	$4,10	$22,05	$26	$33.033
21"	102	$4,36	$24,23	$29	$2.903
22"	1.004	$4,62	$26,41	$31	$31.155
24"	296	$7,18	$30,77	$38	$11.221
26"	207	$7,90	$40,00	$48	$9.899
27"	155	$8,21	$44,62	$53	$8.176
30"	2.262	$9,23	$53,33	$63	$141.503
32"	220	$9,59	$57,61	$67	$14.808
34"	2	$9,95	$61,88	$72	$115
36"	1.338	$10,26	$66,15	$76	$102.258
40"	0	$13,33	$71,79	$85	$0
1.4 mts	369	$16,41	$82,56	$99	$36.537
1.3 mts	475	$15,38	$80,51	$96	$45.561
1.2 mts	13	$13,85	$78,46	$92	$1.220
POZOS			186	$513	$95.385
SUMIDEROS LATERALES			12	$210	$2.523
SUMIDEROS TRANSVERSALES				$691	$61.500
	VALOR REUBICACIÓN DE TUBERÍA 11,8 KMS				**$ 644.617**
	VALOR REUBICACIÓN DE TUBERÍA 1 KM. (PONDERADO)				**$ 54.629**

Tabla 9-10 Calculo del valor ponderado para 1 km de reubicación de redes de acueducto

DIAMETRO "	LONGITUD mts	SUMINISTRO Dólar	INSTALACIÓN Dólar	VALOR Dólar	VALOR TOTAL Dólar
4	323,00	$11,0	$3,1	$14,1	$4.551
6	1402,47	$25,0	$3,1	$28,1	$39.381
8	712,31	$38,5	$3,1	$41,6	$29.649
12	937,77	$88,4	$4,1	$92,5	$86.733
16	298,79	$42,4	$8,7	$51,1	$15.280
20	73,76	$57,0	$8,7	$65,7	$4.850
42	20,10	$155,4	$9,7	$165,2	$3.320
48	18,83	$95,8	$9,7	$105,6	$1.988
61	45,38	$121,8	$9,7	$131,5	$5.969
VALOR REUBICACIÓN DE TUBERÍA 11,8 KMS					**$ 187.169**
VALOR REUBICACIÓN DE TUBERÍA 1 KM. (PONDERADO)					**$ 15.862**

***Tabla 9-11* Presupuesto de afectaciones de redes eléctricas Estación 12 de Octubre**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cable 3x20/0xLPE 15 KV	ML	155	$59293	$9'190415
2	Cámara CS 276	UN	8	$503400	$4'027520
3	Cámara CS 275	UN	0	$314360	0
4	Retiro de red de baja tensión	ML	0	$986	0
5	Retiro de red de media tensión	ML	155	$990	$153450
6	Retiro de poste de baja tensión	UN	0	$141258	$0
7	Retiro de poste de media tensión	UN	5	$160000	$826667
8	Canalización en 6 ϕ 4"	ML	155	$72577	$11'249435
				TOTAL	$24'620820

Tabla 9-12 Presupuesto de afectaciones de redes eléctricas Estación Alamos

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cable 3x20/0xLPE 15 KV	ML	729	$59293	$4'224.597
2	Cámara CS 276	UN	20	$503400	$10'068.800
3	Cámara CS 275	UN	10	$314360	$3'143.600
4	Retiro de red de baja tensión	ML	0	$986	$0
5	Retiro de red de media tensión	ML	729	$990	$721.710
6	Retiro de poste de baja tensión	UN	0	$141258	$0
7	Retiro de poste de media tensión	UN	24	$160000	$3'888.000
8	Canalización en 6 ϕ 4"	ML	729	$72577	$52'908.633
				TOTAL	$110'067.340

Tabla 9-13 Presupuesto de afectaciones de redes eléctricas Alcazares

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cable 3x20/0xLPE 15 KV	ML	180	$59293	$10'672.740
2	Cámara CS 276	UN	5	$503400	$2'517.200
3	Cámara CS 275	UN	0	$314360	$0
4	Retiro de red de baja tensión	ML	0	$986	$0
5	Retiro de red de media tensión	ML	180	$990	$178.200
6	Retiro de poste de baja tensión	UN	0	$141258	$0
7	Retiro de poste de media tensión	UN	6	$160000	$960.000
8	Canalización en 6 ϕ 4"	ML	180	$72577	$13'063.860
				TOTAL	$26'432.000

Tabla 9-14 Presupuesto de afectaciones de redes eléctricas Estación Bonanza

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cable 3x20/0xLPE 15 KV	ML	498	$59293	$29'527.914
2	Cámara CS 276	UN	6	$503400	$3'020.640
3	Cámara CS 275	UN	4	$314360	$1'257.440
4	Retiro de red de baja tensión	ML	55	$986	$54.230
5	Retiro de red de media tensión	ML	498	$990	$493.020
6	Retiro de poste de baja tensión	UN	0	$141258	$0
7	Retiro de poste de media tensión	UN	17	$160000	$2'656.000
8	Canalización en 6 ϕ 4"	ML	498	$72577	$36'143.346
				TOTAL	$70'496.590

Tabla 9-15 Presupuesto de afectaciones de redes eléctricas Estación Comuneros

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cable 3x20/0xLPE 15 KV	ML	40	$59293	$2´371.720
2	Cámara CS 276	UN	0	$503400	$0
3	Cámara CS 275	UN	0	$314360	$0
4	Retiro de red de baja tensión	ML	0	$986	$0
5	Retiro de red de media tensión	ML	40	$990	$39.600
6	Retiro de poste de baja tensión	UN	0	$141258	$0
7	Retiro de poste de media tensión	UN	401	$160000	$213.333
8	Canalización en 6 ϕ 4"	ML	40	$72577	$2´903.080
				TOTAL	$5´314.400

Tabla 9-16 Presupuesto de afectaciones de redes eléctricas Estación Galan

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cable 3x20/0xLPE 15 KV	ML	25	$59293	$1´482.325
2	Cámara CS 276	UN	0	$503400	$0
3	Cámara CS 275	UN	0	$314360	$0
4	Retiro de red de baja tensión	ML	0	$986	$0
5	Retiro de red de media tensión	ML	25	$990	$24.750
6	Retiro de poste de baja tensión	UN	0	$141258	$0
7	Retiro de poste de media tensión	UN	1	$160000	$113.333
8	Canalización en 6 ϕ 4"	ML	25	$72577	$2´903.080
				TOTAL	$5´314.400

Tabla 9-17 Presupuesto de afectaciones de redes eléctricas Estación Garces Navas

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cable 3x20/0xLPE 15 KV	ML	757	$59293	$44´884.801
2	Cámara CS 276	UN	018	$503400	$9´061.920
3	Cámara CS 275	UN	8	$314360	$2´514.880
4	Retiro de red de baja tensión	ML	450	$986	$443.700
5	Retiro de red de media tensión	ML	757	$990	$749.430
6	Retiro de poste de baja tensión	UN	9	$141258	$1´271.322
7	Retiro de poste de media tensión	UN	25	$160000	$4´037.333
8	Canalización en 6 ϕ 4"	ML	757	$72577	$54´940.789
				TOTAL	$113´866.842

Tabla 9-18 Presupuesto de afectaciones de redes eléctricas Estación Kennedy

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cable 3x20/0xLPE 15 KV	ML	180	$59293	$10'672.740
2	Cámara CS 276	UN	0	$503400	$0
3	Cámara CS 275	UN	6	$314360	$1'886.160
4	Retiro de red de baja tensión	ML	0	$986	$0
5	Retiro de red de media tensión	ML	180	$990	$178.200
6	Retiro de poste de baja tensión	UN	0	$141258	$0
7	Retiro de poste de media tensión	UN	6	$160000	$960.000
8	Canalización en 6 ϕ 4"	ML	180	$72577	$13'063.860
				TOTAL	$25'800.960

Tabla 9-19 Presupuesto de afectaciones de redes eléctricas Estación Metrópolis

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cable 3x20/0xLPE 15 KV	ML	330	$59293	$19'566.690
2	Cámara CS 276	UN	8	$503400	$4'027.520
3	Cámara CS 275	UN	5	$314360	$1'571.800
4	Retiro de red de baja tensión	ML	70	$986	$69'020
5	Retiro de red de media tensión	ML	330	$990	$326.700
6	Retiro de poste de baja tensión	UN	3	$141258	$423.774
7	Retiro de poste de media tensión	UN	11	$160000	$1'760.000
8	Canalización en 6 ϕ 4"	ML	330	$72577	$23'950.410
				TOTAL	$49'935.914

Tabla 9-20 Presupuesto de afectaciones de redes eléctricas Estación Paloquemao

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cable 3x20/0xLPE 15 KV	ML	259	$59293	$15'356.887
2	Cámara CS 276	UN	3	$503400	$1'510.320
3	Cámara CS 275	UN	0	$314360	$0
4	Retiro de red de baja tensión	ML	0	$986	$0
5	Retiro de red de media tensión	ML	259	$990	$256.410
6	Retiro de poste de baja tensión	UN	0	$141258	$0
7	Retiro de poste de media tensión	UN	0	$160000	$1'381.333
8	Canalización en 6 ϕ 4"	ML	259	$72577	$18'797.443
				TOTAL	$35'921.060

Tabla 9-21 Presupuesto de afectaciones de redes eléctricas Estación Plaza de las Américas

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cable 3x20/0xLPE 15 KV	ML	160	$59293	$9'486.880
2	Cámara CS 276	UN	2	$503400	$1'006.880
3	Cámara CS 275	UN	2	$314360	$628.720
4	Retiro de red de baja tensión	ML	0	$986	$0
5	Retiro de red de media tensión	ML	160	$990	$158.400
6	Retiro de poste de baja tensión	UN	0	$141258	$0
7	Retiro de poste de media tensión	UN	5	$160000	$853.333
8	Canalización en 6 ϕ 4"	ML	160	$72577	$11'612.320
				TOTAL	$22'893.200

Tabla 9-22 Presupuesto de afectaciones de redes eléctricas Estación Tejar

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cable 3x20/0xLPE 15 KV	ML	120	$59293	$7'115.160
2	Cámara CS 276	UN	0	$503400	$0
3	Cámara CS 275	UN	4	$314360	$1'257.440
4	Retiro de red de baja tensión	ML	0	$986	$0
5	Retiro de red de media tensión	ML	120	$990	$118.800
6	Retiro de poste de baja tensión	UN	0	$141258	$0
7	Retiro de poste de media tensión	UN	4	$160000	$640.000
8	Canalización en 6 ϕ 4"	ML	120	$72577	$8'709.240
				TOTAL	$17'200.640

Tabla 9-23 Presupuesto de afectaciones de redes eléctricas Estación Timiza

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cable 3x20/0xLPE 15 KV	ML	220	$59293	$13'044.460
2	Cámara CS 276	UN	5	$503400	$2'517.200
3	Cámara CS 275	UN	0	$314360	$0
4	Retiro de red de baja tensión	ML	0	$986	$0
5	Retiro de red de media tensión	ML	220	$990	$217.800
6	Retiro de poste de baja tensión	UN	0	$141258	$0
7	Retiro de poste de media tensión	UN	7	$160000	$1'173.333
8	Canalización en 6 ϕ 4"	ML	220	$72577	$15'966.840
				TOTAL	$31'746.400

Tabla 9-24 Presupuesto de afectaciones de redes eléctricas Estación Tintalito

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cable 3x20/0xLPE 15 KV	ML	450	$59293	$26'681.850
2	Cámara CS 276	UN	0	$503400	$0
3	Cámara CS 275	UN	11	$314360	$3'457.960
4	*Retiro de* red de baja tensión	ML	0	$986	$0
5	Retiro de red de media tensión	ML	450	$990	$445.500
6	Retiro de poste de baja tensión	UN	0	$141258	$0
7	Retiro de poste de media tensión	UN	15	$160000	$2'400.000
8	Canalización en 6 ϕ 4"	ML	450	$72577	$32'659.650
				TOTAL	$63'244.960

Tabla 9-25 Presupuesto de afectaciones de redes eléctricas Estación Zarzamora

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cable 3x20/0xLPE 15 KV	ML	975	$59293	$57'810.675
2	Cámara CS 276	UN	6	$503400	$3'020.640
3	Cámara CS 275	UN	4	$314360	$1'257.440
4	Retiro de red de baja tensión	ML	396	$986	$390.458
5	Retiro de red de media tensión	ML	975	$990	$965.250
6	Retiro de poste de baja tensión	UN	10	$141258	$1'412580
7	Retiro de poste de media tensión	UN	33	$160000	$5'200.000
8	Canalización en 6 ϕ 4"	ML	975	$72577	$70'762.575
				TOTAL	$135'619.616

Tabla 9-26 Resumen de costos de estaciones con afectaciones de redes eléctricas

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Cable 3x20/0xLPE 15 KV	ML	5078	$59293	$301'089.854
2	Cámara CS 276	UN	971	$503400	$957.406
3	Cámara CS 275	UN	971	$314360	$5'027.220
4	Retiro de red de baja tensión	ML	54	$986	$16'975.440
5	Retiro de red de media tensión	ML	81	$990	$40'778.640
6	Retiro de poste de baja tensión	UN	22	$141258	$3'107.676
7	Retiro de poste de media tensión	UN	169	$160000	$27'082.667
8	Canalización en 6 ϕ 4"	ML	5078	$72577	$368'546.006
				TOTAL	$763'564.909

Tabla 9-27 Cuadro resumen de costos para la PLM

DESCRIPCIÓN	UN	CANTIDAD	PRECIO DÓLAR (*)	% AJUSTE	PRECIO TOTAL DÓLAR
MOVIMIENTOS DE REDES					
Redes de Acueducto y Alcantarillado					
Alcantarillado(valor promedio)	km	30	$54.629		$1.638.857
Acueducto (valor promedio)	km	30	$15.862		$475.854
TOTAL					**$2.114.711**
Redes eléctricas					
Cable 3*2/0XLPE 15 kv	ml	5078	$30		$154.405
Cámara CS 276	un	81	$258		$20.912
Cámara CS 275	un	54	$161		$8.705
Estaciones					
Retiro de red de Baja Tensión	ml	971	$0,51		$491
Retiro de red de Media Tensión	ml	971	$0,51		$493
Retiro de Poste de Baja Tensión	un	22	$72		$1.594
Retiro de Poste de media Tensión	un	169	$82		$13.867
Canalización en 6 q 4"	ml	5078	$37		$188.998
Redes (valor promedio)	km	30	$6.063		$181.889
TOTAL					**$571.354**
ESTACIONES ELEVADAS					
Manejo de tránsito	m^1	12777	$200	0,09	$2.785.386
Excavación de pilotes	m^3	93724	$77		$7.209.520
Excavación de dados	m^3	55200	$15		$849.225
Relleno	m^3	38371	$10		$393.545
Apuntalamientos	m^2	40881	$125	0,09	$5.570.036
Pilotes	m^3	93724	$231		$21.628.560
Dados	m^3	55200	$300		$16.559.888
Columnas o pilas	m^3	19132	$800	0,09	$16.683.320
Cabezales	m^3	10625	$800	0,09	$9.265.305
Vigas preesforzadas	ml	25554	$2.099	0,09	$58.465.252
Andenes	ml	12777	$175	0,09	$2.437.213
Drenajes	ml	511,08	$4.000	0,09	$2.228.309
Barreras acústicas	ml	25554	$175	0,09	$4.874.426
TOTAL					**$148.949.985**
ESTACIONES SUBTERRANEAS					
Trinchera cubierta					
Excavación	m^3	2.153.726	$15	0,09	$35.213.428
Relleno	m^3	978.577	$7	0,09	$7.466.546
Trinchera cubierta doble	ml	10100,04	$23.675	0,09	$260.639.107
TOTAL					**$303.319.081**
Túnel					
Túnel sencillo	ml	2273,85	$34.248		$77.875.270
TOTAL					**$532.830.401**
IVA					**$85.252.864**
total + iva					**$618.083.265**

CAPITULO 10
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

GEOLOGÍA

- Es importante tener en cuenta que en proyectos como la Primera Línea del Metro de Santa fe de Bogotá, la topografía y la geología son las primeras herramientas que sirven de soporte para el buen desarrollo de los diseños.

- En el sector Oriental de la Sabana afloran rocas Cretácicas y Terciarias constituidas principalmente por areniscas y arcillolitas, las cuales forman una megaestructura anticlinal sobre la cual se encuentran los depósitos fluvio- lacustres de suelos que conforman la Sabana de Bogotá

- Las rocas estratificadas presentes en el sector Oriental, estratigráficamente son potencialmente conductoras de fluidos debido a la permeabilidad que presentan algunas de ellas, pero estructuralmente no presentan las condiciones favorables para que ello ocurra, debido a que la estratificación predominante buza hacia el Oriente, dirección contraria del depósito. La mayor incidencia probable la constituye el fracturamiento por acción tectónica, op cit.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. MOVILIDAD Instituto de Desarrollo Urbano

- Los suelos presentes a lo largo del corredor de La Primera Línea del Metro están conformados principalmente por arcillas y limos de alta y baja plásticidad, arenas limosas a arcillosas, gravas arenosas a limo – arcillosas, turba y materia orgánica. No se tuvieron criterios adecuados para mencionar la presencia de cenizas volcánicas; con la información obtenida de las perforaciones y ensayos de laboratorio.

- Se definieron cinco secciones tipo para la disposición litológica y por ende geotécnica de los suelos presentes, siendo la sección tipo I constituida por suelos blandos en el tramo Norte, el tipo II de suelos granulares e influencia de zonas de Falla en el sector Nor-oriental del tramo subterráneo; la tipo III de suelos granulares, arcillosos y limosos de baja plásticidad y rocas arcillolíticas de la Formación Bogotá en el sector Oriental, a lo largo de la carrera 7 hasta inmediaciones del Río Arzobispo, calle 37; la tipo IV la conforman suelos granulares, arcillas y limos de baja plásticidad en el sector Oriental, carrera 7 y 10 entre el Río Arzobispo y la calle 13, y La tipo V de suelos heterogéneos, conformada por interdigitaciones de limos y arcillas de alta a baja plasticidad, arenas, gravas y turba, a lo largo del sector Sur.

- En el tramo subterráneo se puede presentar la incidencia de las Fallas de Bogotá, Las Delicias y Río Arzobispo. Desde el punto de vista geomecánico, producen en los suelos

y rocas fisuramiento y zonas de debilidad que disminuyen sus propiedades de resistencia, y desde el punto de vista hidrogeológico facilitan la conducción de fluidos hacia las obras.

GEOTÉCNIA

- No es exagerado decir que de todo el trazado de la PLM, el tramo subterráneo es el más heterogéneo, pues allí se encuentran materiales muy variados, desde arcillas hasta bloques gigantescos, pasando por todas las mezclas posibles y hasta trayectos en roca. Esto, para la construcción de un túnel, es muy negativo pues genera serias dificultades de excavación, sostenimiento y tratamiento del terreno.

- Teniendo en cuenta estas características del terreno y considerando la necesidad de minimizar los riesgos, es necesario buscar mayor detalle en el conocimiento del subsuelo siendo para ésto indispensable intensificar la cantidad de sondeos, llevándolos en principio a una distancia media de 50 mts.

- En el mismo orden de ideas, es necesario aumentar la cantidad de ensayos, pues con los realizados, el conocimiento de las propiedades fisicas, mecánicas e hídricas de los materiales es todavía insuficiente.

- Dadas las características del subsuelo, todo el trayecto subterráneo de la PLM se dividió en 6 sectores homogéneos, en los cuales las propiedades del material son aproximadamente similares.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
MOVILIDAD
Instituto de Desarrollo Urbano

- En todo el tramo subterráneo se presentan aguas subterráneas a poca profundidad, razón por la cual, este debe ser un factor importante en la definición del alineamiento vertical y método constructivo, pues en suelos, las dificultades aumentan en la medida en que la obra se profundiza.

- La presencia de suelos orgánicos y agua contaminada, amerita la necesidad de estudiar las producciones de gas que estos materiales puedan tener, entre estos el metano, con el fin que se tengan en cuenta en los diseños y métodos de trabajo.

- En el Anexo 4 "Pruebas de Bombeo" se determina el comportamiento de los acuíferos y la permeabilidad de los materiales que conforman los suelos adyacentes a dichas pruebas. Aunque se realizaron dos pruebas hacia el Norte del tramo subterráneo, se recomienda que por lo menos en la etapa posterior de los estudios se realice otra prueba de bombeo en los alrededores de la calle 22 con carrera 7, teniendo en cuenta las características de la secuencia litológica descritas en el sector.

- Para obtener una mejor caracterización geológica y geotecnica a lo largo del corredor de la Primera Línea del Metro, se recomienda que en primera instancia se dilucide la existencia de las Fallas de Las Delicias y del Río Arzobispo, puesto que permitirá de una manera rápida y económica conocer su incidencia en los depósitos recientes y la

inclinación aproximada del plano de falla; a futuro la realización de perforaciones con intervalos de distancia mas reducidos, para ajustar el modelo geológico del subsuelo.

- Considerando el alto grado de contaminación de las aguas subterráneas, es necesario realizar un estudio apropiado de sus propiedades para determinar el grado de agresividad frente al concreto y el acero.

- Es necesario revaluar el proyecto de construcción de tramos en trinchera cubierta con línea reparada pues esto conlleva aumento de cantidades de obra y mayores costos frente a la solución de líneas pegadas.

- En relación con lo anterior, y con el fin de optimizar la obra, se requiere replantear el proyecto de estaciones con plataforma central por soluciones con plataformas laterales para que las líneas puedan llegar también pegadas a las estaciones.

- El tramo más crítico del tramo subterráneo resultó ser el comprendido entre las estaciones Avenida Chile y Quinta Camacho, por la dificultad que imponen los altos edificios que allí se encuentran. Buscando minimizar los problemas, en este trayecto se requiere variar el trazado, tomando uno donde se presenta la menor cantidad de edificios y las alturas mas bajas, el cual se aleja de los bloques de pilotes de los edificios más altos.

- Considerando las características del terreno, la excavación de los taludes con EPM no es el método más apropiado, siendo necesario estudiar otras alternativas de construcción que aseguren el éxito de la obra. Entre estas alternativas, surgen como opcionadas los métodos de construcción con escudo presurizado o el de trinchera cubierta, siendo este último el más apropiado por su bajo riesgo y facilidad constructiva, entre otras ventajas.

- En relación con lo anterior y buscando acomodarse al terreno y manejar las aguas subterráneas, el alineamiento vertical debe acercarse más a la superficie, razón por la cual es necesario redefinir el alineamiento planteado en el SITM, El presente informe incluye un prediseño del mismo.

- Solo una vez se defina el método constructivo y se rediseñe el alineamiento vertical es posible estudiar y diseñar el sostenimiento de los túneles y estaciones.

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

- Debido al nuevo proceso de estandarización adoptado por el Instituto de Desarrollo Urbano IDU, el IDUSCAD_Gis, se presentaron inicialmente algunos inconvenientes lo que obligó en ciertos casos a reprocesar la toma fisica de la información necesaria.

- Lo anterior deberá solucionarse solicitando al IDU, fuera del manual de instalación y configuración del proceso antes mencionado, en un manual para el manejo del mismo así mismo el diccionario de datos que utiliza el sistema, estractando unicamente los elementos aunque se vaya a trabajar y delimitando los tipos de atributos que requiere

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. MOVILIDAD Instituto de Desarrollo Urbano

cada elemento. Es importante determinar desde un principio la estructura de la base de datos que se va a utilizar (tipo, tamaño, etc.).

- Se deberá solucionar además al IDU, el List creado para la incorporación de una base de datos externa al IDUSCAD_GIS para agiliz<ar la inclusión de los atributos de los elementos que acorrespondan.

DISEÑO GEOTÉCNICO TRAMOS ELEVADOS

- Deben establecerse los límites admisibles para los asentamientos totales y diferenciales en los apoyos de la estructura, de acuerdo con los requisitos técnicos de operación del Metro. Estos deben ser compatibles con los desniveles admisibles en los rieles mencionados en el capítulo correspondiente. El diseño definitivo de las cimentaciones deberá tener en cuenta estos límites superiores.

- Se recomienda la realización de ensayos in situ para el diseño definitivo de las cimentaciones de la estructuras. Para los suelos blandos del norte se recomienda la realización de sondeos con piezocono (CPT), mientras que para los suelos duros del sur se recomienda la realización de ensayos con el presiómetro de Menard.

- Se recomienda la realización de un ensayo de carga sobre al menos un pilote localizado en cada una de las 6 zonas en las cuales se dividió el alineamiento de la PLM para el predimensionamiento de los pilotes. Con los resultados de los ensayos de carga se debe optimizar el diseño definitivo de la cimentación.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. MOVILIDAD Instituto de Desarrollo Urbano

- Inundación: evaluar las posibilidades de inundación en las zonas bajas de la línea del metro, especialmente en la zona del patio del sur occidente. De acuerdo con esto debe proyectarse un relleno que garantice una cota superior a la cota máxima de aguas esperada. Este problema debe evaluarse en forma conjunta con la consolidación de la zona de los patios que por sus características geotécnicas se espera que sean considerables.

- Para establecer con certeza la posibilidad de licuación de estos materiales y de otros localizados a lo largo de la PLM, dentro de la zona caracterizada con suelos potencialmente licuables, se recomienda realizar estudios de licuación del suelo más detallados. Esto hace referencia a exploraciones de campo, investigaciones de laboratorio y trabajos de tipo analítico de las características del subsuelo en los primeros 15 m de profundidad. Este estudio debe incluir un muestreo continuo del suelo en la profundidad recomendada. Las muestra inalteradas recuperadas deben ser de la mejor calidad posible para que garanticen una acertada determinación de las características geomecánicas del suelo para el análisis de licuación

- Durante la fase de diseño es recomendable tener en cuenta el aspecto de expansión y contracción de los suelos por cambios de humedad, en especial los efectos que la

presión ejercida por estas capas de arcilla potencialmente expansivas pueda tener sobre las estructuras de la PLM.

- Durante la fase de diseño debe evaluarse cuantitativamente el fenómeno de subsidencia mencionado y tenerlo en cuenta en el dimensionamiento definitivo de las cimentaciones. Este fenómeno puede causar un aumento significativo de las cargas sobre los pilotes y de los asentamientos totales calculados.

- Mediante datos históricos, fotografías aéreas y condiciones de desplazamiento existentes, deben localizarse las zonas de riesgo por deslizamiento que puedan poner en peligro cualquier estructura del metro. Ubicadas las zonas, debe procederse con un estudio de estabilidad de los puntos críticos. Los estudios de estabilidad deben incluir exploración de campo (perforaciones) e instrumentación (inclinómetros), mediciones de velocidades superficiales, etc. que permitan establecer superficies potenciales de falla y cuantificar desplazamientos. Dependiendo de la magnitud de los desplazamientos y de los factores desestabilizantes, el diseño definitivo de las obras del metro deberá contemplar la estabilización del talud o el diseño de estructuras de retención que minimicen el riego sobre la PLM. Estos estudios deben concentrarse en el tramo oriental de la PLM a lo largo de la Cra 7.

DISEÑO SÍSMICO Y DINÁMICO

- Se recomienda analizar con mayor detenimiento el período de retorno de diseño de la carga sísmica. Para efectos del presente informe se utilizó un tiempo de exposición de 50 años con una probabilidad de excedencia del 10 %, lo cual corresponde a un período de retorno de diseño de 475 años, que es el adoptado para el diseño de edificaciones normales. Dadas las características del proyecto del metro debe evaluarse un eventual aumento del período de retorno con lo cual se obtendrá un aumento en la aceleración máxima de diseño a nivel de la roca base y por lo tanto sobre todos los espectros de diseño propuestos.

- Debe hacerse una evaluación en la fase de diseño de la ductilidad general del sistema estructural, de la redundancia (o falta de redundancia) y de la capacidad de amortiguamiento. Esto con el fin de definir el factor de reducción de respuesta de la fuerza sísmica elástica que debe utilizarse en el diseño final de la superestructura. También debe estudiarse cuidadosamente cual es la fuerza de diseño para la cimentación de la estructura, ya que esta se establece normalmente utilizando las fuerzas máximas que pueden generarse en la superestructura por plastificación de la columna. En este análisis se le debe dar especial importancia a la evaluación detallada de las cargas verticales máximas: a mayor carga vertical la columna tendrá normalmente un mayor momento de plastificación. Para este tipo de análisis se recomienda seguir el procedimiento propuesto por las normas AASHTO. O un método equivalente

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. MOVILIDAD Instituto de Desarrollo Urbano

- En la fase de diseño puede evaluarse los efectos de interacción suelo estructura. Un análisis de este tipo permitirá considerar el cambio en el período de vibración fundamental de la estructura y obtener una mejor aproximación del amortiguamiento global del sistema que considere el amortiguamiento por radiación. Esto permitiría eventualmente reducir las fuerzas sísmicas para el diseño de las estructuras y de las cimentaciones.

- Debe evaluarse con cierto detalle el nivel de vibraciones que puede llegar a afectar las edificaciones cercanas en la zona norte de la ciudad, especialmente en la zona de arcillas blandas superficiales y edificaciones muy cercanas. Deben tomarse las previsiones en el diseño para minimizar el efecto de dichas vibraciones. Deben especificarse rangos admisibles en los desniveles de los rieles con el fin de minimizar estos efectos dinámicos. Deben establecerse procedimientos de control, registro y corrección de desniveles, especialmente para la zona norte de la ciudad.

- Debe evaluarse y justificarse las deformaciones horizontales máximas admisibles debidas al efecto de la carga sísmica. Preliminarmente se establecen los siguientes límites tentativos para efectos de diseño:

  – Deformación horizontal del centro de masas de la superestructura con respecto al dado de cimentación: 0.5 % de la altura.

  – Deformación horizontal límite del dado de cimentación ante la carga sísmica de diseño: 10 cm

  El diseñador deberá evaluar estos límites y justificar cualquier cambio al respecto

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. MOVILIDAD Instituto de Desarrollo Urbano

- Debe evaluarse la deformación horizontal impuesta por el sismo en una columna con respecto a la siguiente. Esta deformación está relacionada con la deformación por longitud de onda determinada para el caso de la fuerza sísmica y puede expresarse como el cambio de ángulo en los extremos de las luces simplemente apoyadas. En las normas europeas se establece un límite admisible de 0.002 radianes. También puede expresarse como el radio mínimo de curvatura que produce esta deformación. Con respecto a los valores admisibles se propone valores mínimos de 6000 m para estructuras de una sola luz y de 9500 m para estructuras de luces múltiples.

- Debe adelantarse una evaluación neotectónica de la zona oriental de la ciudad con el fin de identificar las fallas locales potencialmente activas y determinar los parámetros generales que las caracterizan. Con esto se pretende evaluar la posibilidad que se presente una ruptura superficial en alguna de las zonas de fallamiento.

GENERALES

Debido a que se cambio el alineamiento de la PLM se recomienda la revisión de predios reservados.

Los diseños deben adelantarse siguiendo las normativas que a continuación se mencionan. En caso de conflicto deberá justificarse claramente la decisión final adoptada. En general se deberá procurar por adoptar una posición más conservativa cuando se presenten opciones entre las normas.

Las normas y documentos que deben usarse en el diseño son los siguientes:

- Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes, Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de Vías, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, AIS, 1995

- AASHTO, LRFD Bridge Design Specification, First Edition, 1994.

- Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente, NSR-98, Ley 400 de 1997, Decreto 33 de 1998 y Decreto 34 de 1999.

- Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá, Ingeominas y Universidad de los Andes, agosto de 1997.

- Bridge Design Specification, State of California, Department of Transportation, Caltrans, 1990.

- Eurocode

REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Nuevo País Instituto de Desarrollo Urbano

- Una vez concluida por parte del potencial concesionario la inclusión de la información en los planos deberá solicitarse a la Empresa la revisión de los puntos críticos como son los consignados en el presente informe para despejar las dudas y poder así conocer, en la etapa de diseño las afectaciones de redes una vez se defina el diseño de la fundación y en la etapa posterior el diseñador podrá conocer realmente las afectaciones una vez defina la cimentación que se usará para la PLM.

- La Empresa E.A.A.B deberá informar las modificaciones de la red matriz como consecuencia de la construcción de los puentes vehiculares y/o peatonales como son el de la Avenida 1 de Mayo con Avenida Boyacá y el de la Avenida 68 con Boyacá, etc.

- Se recuerda la necesidad que la Empresa revise las redes matrices de la carrera 96 con Avenida de Chile y del puente de la carrera 86 con la Avenida de Chile.

- Se deberá solicitar una revisión especial de la localización de la red de 16" localizada por la calle 68 al oriente de la carrera 68, deberá conocerse exactamente su ubicación para ejecutar los respectivos diseños, lo mismo que la red de 42" y la red de 12" que va por la carrera 10 entre las calles 24 y calle 13.

- Se necesitará en la etapa de diseño certificar si los planes de renovación que se incluyeron en los planos del presente estudio se ejecutaron y que su construcción correspondió a la información suministrada en esta etapa.

- Existen interferencias con las dos redes de acueducto que van por la Avenida 1 de Mayo, una posible solución que deberá desarrollarse es en cambiar las dos redes por una de 30 ó 36 pulgadas; el corredor de la Avenida 1 de Mayo aunque es ancho puede presentar interferencias con las redes de alcantarillado y de acueducto.

- Para los casos en que existan dudas por la localización u otro aspecto se dejarán consignadas notas en los planos.

REDES ELÉCTRICAS

- El estudio de las afectaciones de las redes eléctricas se basó en los planos de redes de media tensión digitalizados de Codensa

- Las afectaciones de redes de media tensión se presentan transversalmente a lo largo de la proyectada línea del metro. En algunas estaciones las afectaciones son paralelas a ésta.

- Las interferencias de media tensión no afectan el desarrollo del proyecto de manera crítica. Todas las afectaciones son solucionables con métodos conocidos, experimentados y cuantificados como es la subterranización , el traslado o el retiro de redes de media tensión; en caso de subterranización éstas se realizarán bajo las normas de la GREG y recomendaciones de construcción de Codensa.

- Las afectaciones a las líneas de baja tensión se localizan en las algunas estaciones y no son criticas, puesto que dichas redes se retiran en el momento de la construcción de las estaciones.

- Cuando se suspendan redes de alumbrado publico de vías, el alumbrado de la estación deberá contemplar su restitución. En general se recomendienda normalizar el nivel lumínico.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. MOVILIDAD Instituto de Desarrollo Urbano